

Les terminaisons nerveuses sur le dendrite latéral de la cellule de Mauthner, chez le Poisson rouge

par

Marcelle BARBEY-GAMPERT

Avec la planche 1 et une figure dans le texte.

La cellule de MAUTHNER du cerveau des Téléostéens constitue un élément si volumineux que, non seulement les terminaisons nerveuses sont prodigieusement abondantes à sa surface, mais, en outre, beaucoup d'entre elles se caractérisent par des dimensions considérables, en rapport avec celles de ce neurone. C'est donc là un matériel des plus favorables pour l'étude des synapses. Ainsi que dans les travaux les plus récents sur cette question, notamment ceux de D. BODIAN et, à son exemple, j'ai choisi le Poisson rouge comme objet de mes recherches.

Parmi les observateurs qui ont spécialement décrit la cellule de MAUTHNER, je ne citerai que ceux qui se sont plus particulièrement occupés de ses rapports avec les fibres nerveuses voisines.

Déjà en 1915, G.-W. BARTELMEZ avait fait remarquer que la cellule de MAUTHNER se prête mieux que toute autre à l'étude des synapses en raison de leur grande taille et de leur variété, sans aucun doute en rapport avec les dimensions gigantesques de ce neurone. Mais c'est en 1933 seulement qu'en collaboration avec N.-L. HOERR, BARTELMEZ entreprend chez l'*Ameiurus* l'étude détaillée des terminaisons des grosses fibres vestibulaires, en forme de massues ou « clubs », sur le dendrite latéral de cette cellule.

La technique employée dans ces recherches comporte l'association du formol à une solution de bichromate de potasse et de bichlorure de mercure; le formol utilisé seul donnerait naissance à des précipités presque totalement insolubles de composants de la myéline. Les auteurs préfèrent la coloration mitochondriale de R.-R. BENSLEY aux imprégnations argentiques, qu'ils accusent de fournir des images fallacieuses, telle la fusion des terminaisons nerveuses au niveau des synapses.

Les grosses fibres myélinisées de la voie vestibulaire se terminent sur le volumineux dendrite latéral de la cellule de MAUTHNER, par des massues ou « clubs », dont le nombre augmente avec la croissance des larves. Chez un alevin de 10 mm, il n'y en a qu'une quinzaine, mais une cinquantaine chez un adulte de 210 mm. Le diamètre moyen de ces massues est de 5 μ . Les rapports entre les « clubs » et le dendrite sont parfois difficiles à interpréter; il se forme souvent une petite dépression à la surface du dendrite, sorte de ménisque dans lequel se loge l'extrémité de la massue, ce qui laisserait à supposer que le protoplasme dendritique est plus fluide que celui de la terminaison nerveuse. Ailleurs, le « club » entoure comme d'un capuchon une petite saillie du dendrite; dans ce dernier cas, la fluidité des cytoplasmes est manifestement inversée. Ces différences correspondent sans doute à des changements de phases dans les colloïdes protoplasmiques. Il est alors impossible, par la méthode de BIELSCHOWSKY, de se rendre compte de la limite du « club » ou de la surface du dendrite, car les neurofibrilles sont colorées d'une manière presque identique dans chaque neuroplasma. Par contre, avec la technique de BENSLEY, à l'intérieur des massues, les fibrilles se teignent en bleu foncé et celles du dendrite en bleu lavande.

Lorsque la fibre se renfle pour prendre la forme caractéristique d'une massue, la gaine de myéline s'amincit et cesse brusquement non loin de l'extrémité. A ce niveau, sur des coupes minces n'excédant pas 2 μ d'épaisseur, les auteurs observent nettement que le « club » et le dendrite sont l'un et l'autre délimités par une membrane très nette et complètement lisse. Avec des coupes encore plus minces (1 μ), il serait possible d'apercevoir, à la surface des massues ou du prolongement de la cellule de MAUTHNER, un réticulum relativement épais, coloré en bleu vif et qui ne serait autre que le réseau de GOLGI. Cependant au contact des « clubs » et du dendrite,

une seule ligne prodigieusement fine sépare les deux membranes, sans qu'il y ait trace de ce réseau.

Dans le dendrite lui-même, les mitochondries assez clairsemées ont l'apparence de petits bâtonnets un peu plus épais que les neurofibrilles. A l'intérieur des massues, les granulations du chondriome se groupent souvent près de la membrane synaptique, formant parfois contre celle-ci une véritable palissade. BARTELMEZ et HOERR sont certains qu'en raison de la forte coloration des neurofibrilles dans leurs préparations, ces filaments ne pourraient traverser les membranes synaptiques sans être apparents. Si, dans la fente de la synapse, il se trouve des filaments d'union entre les deux neurones en présence, ils ne peuvent être qu'ultramicroscopiques et par conséquent invisibles dans les conditions habituelles d'observation. La direction longitudinale prise par les neurofibrilles dans la cellule de MAUTHNER et dans ses prolongements est si différente de celle de ces mêmes filaments perpendiculaires à la surface de ce neurone dans les massues, qu'une continuité entre ces deux formations est à première vue bien peu vraisemblable. Cependant l'inconstance des résultats des méthodes d'imprégnation peut faire croire parfois à une fusion des neuroplasmés, que BARTELMEZ et HOERR considèrent comme artificielle.

Pour D. BODIAN également, la technique joue un rôle capital dans toutes ces recherches. Après avoir essayé différents fixateurs, il donne la préférence aux solutions de bichromate de potasse, additionnées de formol; l'imprégnation argentique est ensuite réalisée grâce à une solution d'argent colloïdal activé par la présence de cuivre pur. Les préparations sont surcolorées par le MALLORY-azan. En raison de la rapide altération des terminaisons nerveuses immédiatement après la mort, il convient, selon BODIAN, de fixer les pièces par perfusion, tout de suite après l'arrêt de la circulation.

BODIAN confirme chez le Poisson rouge les observations de BARTELMEZ et de HOERR sur le cerveau de l'*Ameiurus*. Comme eux, il admet deux aspects principaux des terminaisons des fibres nerveuses myélinisées ou non sur la cellule de MAUTHNER; ce sont les « end-feet », boutons terminaux, ou « Endfüsschen » de HELD-AUERBACH et, d'autre part, les massues ou « clubs » des auteurs précédemment cités. Toutes sortes de formes de transition peuvent être rencontrées du reste entre ces deux types caractéristiques.

Les boutons terminaux se trouvent le plus souvent à l'extrémité

de fibres dépourvues de myéline, sous forme d'un renflement qui peut être inférieur à $1\ \mu$, ou bien atteindre au plus $5\ \mu$. Les plus petits se colorent d'une façon homogène par le MALLORY-azan et sont sans doute constitués par un amas central de mitochondries, recouvert d'une mince couche de neuroplasma. Dans les imprégnations argentiques ces terminaisons se présentent souvent comme de petits anneaux, parce que leur chondriome central n'est pas argyrophile. Ils seraient moins nombreux dans les pièces traitées à l'argent, que dans celles soumises à des techniques cytologiques ordinaires.

Les « end-feet » plus volumineux ($2\ \text{à}\ 5\ \mu$) ont généralement une forme conique; leur sommet se continue avec la fibre nerveuse; à leur base s'accumulent des mitochondries. Dans le cône lui-même peuvent être imprégnées des neurofibrilles qui lui donnent alors une teinte foncée, absente dans les boutons plus petits; ces derniers ne seraient autres qu'un amas de granulations du chondriome. En raison de ces dispositions structurales, ces terminaisons se trouvent particulièrement fragiles et souffrent d'une rapide autolyse aussitôt après la mort de l'animal. Les boutons terminaux correspondent sans doute aux renflements nodaux du réseau nerveux péricellulaire de H. HELD.

Les massues ou « clubs » ne sont autres que des élargissements, souvent à peine marqués, de grosses fibres myélinisées qui forment des synapses avec le dendrite latéral. Sur le corps de la cellule de MAUTHNER, se rencontrent des massues plus petites à l'extrémité de collatérales non myélinisées de fibres directes ou croisées de la huitième paire; ce sont les « knob-endings » de BARTELMEZ. En ce qui concerne plus particulièrement le dendrite latéral, les massues qu'on y trouve possèdent un diamètre variable de $2\ \text{à}\ 7\ \mu$. Cette forme de terminaison nerveuse n'aurait été observée, d'après BODIAN, que chez les Poissons. Sur le dendrite latéral de la cellule de MAUTHNER du Poisson rouge, il y aurait environ 90 massues volumineuses, 30 plus petites et 100 à 150 gros boutons terminaux répartis surtout sur la partie proximale du dendrite.

Jamais dans toutes ces formations BODIAN n'a trouvé de passage de neurofibrilles du « club » à la cellule. Dans la massue elle-même, les filaments neurofibrillaires sont parallèles entre eux, sans trace d'anastomose; ils se renflent légèrement et s'arrêtent contre une membrane synaptique, où des mitochondries peuvent être mises

en évidence. La surface de contact de la massue avec le dendrite est parfaitement lisse, surtout lorsqu'il s'agit de « clubs » volumineux; d'après BODIAN, la chose serait moins nette dans les formations plus petites et dans le cas d'altérations dues à une mauvaise fixation, on pourrait croire à des passages de neurofibrilles des terminaisons au dendrite de MAUTHNER.

En somme, D. BODIAN estime qu'avec sa technique toutes les terminaisons sur la cellule de MAUTHNER sont conservées et bien fixées. Elles sont toutes limitées par une membrane très nette et sans qu'un réseau de GOLGI ou de HELD s'interpose entre elles et la surface du dendrite. Il n'y a donc là aucune disposition qui permette de croire au syncytium nerveux et névroglie signalé par K. MARUI et M. DOI. Ces auteurs ne fixant pas leur matériel par perfusion, mais seulement par immersion, BODIAN suppose que ce qu'ils décrivent comme réseau de GOLGI n'est que le résultat d'autolyses *post mortem* et de fusions de terminaisons à la surface du neurone de MAUTHNER.

Tenant compte de toutes les remarques des auteurs précédents, j'ai fixé les cerveaux par perfusion. Le Poisson rouge endormi dans de l'eau éthérée, est sectionné brusquement en arrière des branchies; une injection de fixateur est aussitôt pratiquée par l'aorte en direction de la tête. Le liquide employé est celui dont nous nous servons depuis plusieurs mois à l'Institut d'anatomie de Genève. Il s'agit d'un mélange acide de formol avec des dissolvants énergiques des lipides, tels le dioxane et l'alcool isopropylique; l'acidité est fournie par l'acide formique ou l'acide trichloroacétique; l'addition d'un peu de nitrate de cobalt améliore les résultats (A. WEBER).

La fixation dure environ huit jours à 55°, dans l'étuve à paraffine. Les pièces sont ensuite décalcifiées, si cela est nécessaire, dans une solution aqueuse d'acide nitrique à 4%, additionnée d'un peu de formol pendant 24 à 48 heures. L'imprégnation argentique se fait suivant le procédé de BIELSCHOWSKY; la réduction est réalisée dans une solution formolée d'hydroquinone et de citrate de soude (A. WEBER).

Les pièces sont incluses à la paraffine en passant par le chloroforme, mais sans y séjourner trop de temps et en évitant que ce dissolvant ne soit au contact de l'objet imprégné à une température dépassant 40°. Les coupes sont faites en série avec une épaisseur optima de 5 μ ; on les colle au moyen d'une solution faible de

gélatine et on les monte au baume du Canada, qui ne semble pas altérer les structures les plus fines obtenues par cette méthode.

J'ai retrouvé, à la surface du dendrite latéral de la cellule de MAUTHNER, les mêmes formations terminales décrites par BARTELMEZ et HOERR, ou par BODIAN, mais, en outre, j'ai observé les terminaisons de fibrilles extrêmement fines qui semblent avoir échappé aux précédents observateurs.

J'étudierai en premier lieu les massues ou « clubs ». Avant tout, je signalerai que jamais, chez le Poisson rouge, les massues ne se pressent à la surface du dendrite latéral de MAUTHNER d'une façon aussi dense ou aussi régulière que chez l'*Ameiurus* d'après BARTELMEZ. En réalité, dans mes préparations, les « clubs » sont disséminés sans ordre apparent sur toute la surface du dendrite; quelques-uns se rencontrent même sur le corps de la cellule. N'ayant pas employé une technique capable de mettre en évidence la myéline, il m'est impossible de préciser où s'arrête cette gaine à la surface de ces formations. Pourtant il est très fréquent d'observer, un peu avant l'extrémité des massues, un léger rétrécissement plus ou moins marqué, qui correspond probablement à la limite du revêtement de myéline.

Les formes des massues décrites par BARTELMEZ et HOERR ou par BODIAN sont de beaucoup les plus abondantes, mais elles ne sont pas les seules. J'ai constaté ainsi qu'au voisinage du dendrite de MAUTHNER une fibre nerveuse épaisse et certainement myélinisée, montre un rétrécissement brusque; c'est là sans doute que s'arrête la myéline; à ce niveau sont appendus deux « clubs » légèrement renflés en tonnelets et qui confinent à la surface du dendrite. A l'intérieur de ces formations, on peut suivre une mince neurofibrille et leur face tournée vers le dendrite de MAUTHNER montre de courtes épines, prolongées par des filaments ténus (pl. 1, fig. 2).

D'autres fois, le rétrécissement de la fibre nerveuse est moins marqué, la fibre reste épaisse et brusquement s'étale en une sorte de socle. Il est alors très facile de suivre jusqu'à la face terminale de ce « club » les neurofibrilles qui apparaissent comme des filaments bien imprégnés, parallèles, sans anastomoses et terminés par un petit grain argyrophile; c'est peut-être là un neurosoma de HELD, forme d'une mitochondrie du neurone. Avec la technique que j'ai employée, ces granules restent isolés les uns des autres et nullement

confondus en une apparence de membrane, ainsi que BOEKE le reproche aux préparations de BODIAN.

Chaque fois que j'ai eu l'occasion d'observer sur les coupes les rapports entre les massues et le profil du dendrite ou de la cellule de MAUTHNER, j'ai constaté une véritable fente très mince entre les deux surfaces synaptiques; il n'y a donc pas contact au sens propre du mot, d'autant plus que, dans cette étroite fissure il y a, entre le « club » et la surface cellulaire, une série de filaments extrêmement fins, bien visibles quoique peu imprégnés, très différents à ce point de vue des neurofibrilles de la massue ou du neurone de MAUTHNER. Ces filaments prolongent de petites épines de la face synaptique du « club » et vont se perdre dans un fin réseau péricellulaire dont il sera question plus loin (pl. 1, fig. 1).

Les boutons terminaux se distinguent principalement des massues par ce fait qu'ils constituent des renflements à l'extrémité de fibres très fines, vraisemblablement non myélinisées. Avec la technique que j'ai employée, ils s'imprègnent généralement d'une façon régulière; je n'y ai jamais vu nettement un réseau filamenteux. Les moins volumineux sont clairs et paraissent recouverts d'une membrane argyrophile; de là vient que, suivant la mise au point, on peut croire parfois à l'existence d'une petite boucle; rarement, on distingue dans leur centre un grain minuscule ou bien une véritable poussière de granules. Ces aspects correspondent sans aucun doute à la présence de mitochondries signalées à ce niveau par BODIAN.

Il est difficile de préciser les connexions des plus petits de ces boutons avec la surface du dendrite de MAUTHNER; ils semblent appliqués directement sur un fin réseau péricellulaire médiocrement argyrophile. En ce qui concerne les plus volumineux de ces « end-feet », lorsqu'ils ont, sur les coupes, une position favorable et notamment quand il est possible de les observer de profil, on s'aperçoit qu'ils possèdent, comme les massues, une surface munie de petites épines que de très fins filaments réunissent au réseau péricellulaire. La chose est particulièrement nette sur les boutons qui, en raison de ces dentelures, ont une apparence de campanule (pl. 1, fig. 3).

En plus des massues et des boutons terminaux, à la base des branches du dendrite latéral, ou sur ce dendrite lui-même, j'ai observé de très fines fibrilles, disposées parfois en écheveau, assez faiblement imprégnées et qui s'arrêtent à de minuscules granules dont le diamètre dépasse à peine le dixième de μ . On sait d'après

BODIAN que les plus petits des « end-feet » sont inférieurs à $1\ \mu$, mais dans aucune publication, je n'ai vu figurer sur la cellule de MAUTHNER des terminaisons aussi fines (fig. 1).

Les faisceaux de ces fibrilles sont perpendiculaires à la direction du dendrite, mais quelques-unes de ces fibres fines, un peu avant leur extrémité, se recourbent et deviennent parallèles au rameau sur lequel elles vont se terminer. Il m'a semblé aussi que des fila-



FIG. 1.

Extrémité du dendrite latéral. A l'origine de ses ramifications, perpendiculaires à ces dernières, au milieu de la figure, des fibrilles nerveuses en écheveau, extrêmement fines, sur lesquelles se remarquent de petits renflements allongés. Une de ces fibrilles se recourbe et vient se terminer à la surface d'une des branches du dendrite par un petit bouton. (Obj. Leitz apochrom. imm. 2 mm.; ocul. périplan $\times 25$. Microphoto sans retouche; gross.: 5410.)

ments extraordinairement ténus pouvaient se perdre à la surface du dendrite sans aucun renflement apparent.

Dans les descriptions qui précèdent, on a vu que les massues et les boutons, dans certaines conditions de visibilité, pouvaient se trouver reliés à la surface de la cellule ou du dendrite de MAUTHNER

par des filaments extrêmement fins, à peine imprégnés; les fibrilles que je viens de décrire aboutissent aussi au réseau péricellulaire prodigieusement ténu, qui ne dépasse guère la base des rameaux du dendrite latéral.

Le réseau péricellulaire, dont il a été question à plusieurs reprises dans ce qui précède, est indépendant de la couche la plus superficielle du réticulum neurofibrillaire du neurone de MAUTHNER. La figure 4 de la planche 1 montre nettement que l'imprégnation des neurofibrilles est différente de celle du réseau; de plus, les mailles de ce dernier sont plus épaisses et plus étroites que celles dessinées par les fibrilles intracellulaires et, d'autre part, elles sont nettement granuleuses, tandis que les neurofibrilles, habituellement assez pâles dans la cellule de MAUTHNER, sont parfaitement lisses et ne présentent de légers renflements qu'au niveau de leurs anastomoses avec les voisines.

Les réseaux décrits à la surface des cellules nerveuses sont aussi nombreux que les techniques utilisées par les divers observateurs. Il paraît bien difficile de définir en quoi leur structure diffère. Sous des aspects variés se cache peut-être une même formation.

C'est en 1895 que C. GOLGI a le premier décrit, à la surface de nombreux éléments nerveux des centres, un réseau péricellulaire épais, à mailles larges, sans renflements nodaux aux croisements des travées et qui se trouvait étroitement appliqué sur la surface des corps neuronaux. L'opinion la plus généralement répandue est que le réseau de GOLGI ne joue aucun rôle dans la conduction de l'excitation, mais représente un appareil de soutien formé, pour les uns de neurokératine, pour d'autres par de la névroglie.

Employant le bleu de méthylène, S. MEYER (1896) et S. R. y CAJAL (1897) ont vu nettement un réseau péricellulaire autour d'éléments du noyau du corps trapézoïde ou bien à la surface des cellules pyramidales du cortex. D'après sa colorabilité et son aspect, cette formation semble être de nature exclusivement nerveuse. Après quelques tâtonnements, H. HELD (1897) a décrit également un réseau péricellulaire, qu'il qualifie de terminal, parce qu'il est constitué par des neurosomes situés aux extrémités des neurites et réunis entre eux par de très fines fibres nerveuses, lesquelles sont en continuité avec les neurofibrilles intracellulaires. L. AUERBACH (1899) donne une description presque semblable.

A. BETHE (1900) trouve, sur les éléments des noyaux olivaires

supérieurs et dans ceux du corps trapézoïde, un double réseau, le plus interne possède des mailles étroites et des travées épaisses; il est réuni par de petits ponts à un fin réticulum plus superficiel, dont les mailles sont plus larges. Ainsi se superposerait à l'appareil de SOUTIEN DE GOLGI un autre réseau, celui-ci purement nerveux. H. VOGT (1902) a vérifié dans la rétine les résultats de BETHE.

M. BIELSCHOWSKY (1905) considère que BETHE a pu mettre en évidence tous les éléments du réseau péricellulaire entourant les corps des neurones, tandis que sa propre méthode montre uniquement ce qui est de nature neurofibrillaire dans cette formation.

Pour E. HOLMGREN (1905) et pour C. v. ECONOMO (1906), ce sont les boutons terminaux qui forment les nœuds d'un réseau péricellulaire dont les travées sont des filaments extrêmement fins mais de nature nerveuse. D'après ECONOMO le réseau de GOLGI renfermerait ce même appareil mais noyé dans un coagulum d'une substance intercellulaire qui correspondrait au « Füllnetz » de BETHE. CAJAL (1911) admet aussi que le réseau de GOLGI ne serait autre qu'un artéfact de fixation.

K. MARUI (1918) le premier étudie les réseaux nerveux péricellulaires à la surface de la cellule de MAUTHNER d'un Silure. Cette formation réticulée s'étend non seulement sur le corps cellulaire et sur les dendrites mais aussi au-dessous de l'« axon-cap »; elle résulterait de la superposition du lacis névroglie de GOLGI et de filaments nerveux anastomosés montrant à leurs points nodaux des amas de neurosomes.

A. ADAMKIEWICZ (1919) a montré les variations d'aspect de ces réseaux suivant les cellules ou les régions des centres. Pour lui, le réseau de GOLGI ne renfermerait que rarement des filaments nerveux et jamais de granulations nodales.

Le dernier observateur qui, à ma connaissance, se soit occupé des réseaux nerveux péricellulaires est M. DOI (1932), qui a étudié à ce point de vue la cellule de MAUTHNER d'un Poisson téléostéen, *Pseudobargus aurantiacus*. Sa technique me paraît médiocre; il pratique les fixations par imbibition et non par perfusion. Les figures qu'il donne sont fragmentaires et sans aucune netteté; la description n'est pas beaucoup plus claire: le réseau en question serait comme une image composite des différentes formations analogues citées précédemment; il serait donc formé aussi bien de névroglie que de filaments nerveux et de multiples neurosomes. Pas

plus que MARUI, DOI n'a pu préciser les relations de ce réseau avec celui des neurofibrilles intracellulaires.

En somme, suivant les aspects et suivant les diverses opinions, les réseaux péricellulaires des éléments neuronaux sont des formations de soutien ou bien des appareils conducteurs de l'influx nerveux; dans ce dernier cas, on peut discuter sur la question de leur continuité ou de leur contiguité avec les neurofibrilles du corps du neurone. D'après mes observations, il me semble qu'il y ait pour ce problème une autre solution.

Le réseau que j'ai observé et que représente la figure 4 de la planche 1, ne correspond nullement à celui de GOLGI, dont les mailles sont beaucoup plus épaisses et plus larges. D'autre part, la structure que j'aperçois à la surface de la cellule de MAUTHNER est bien péricellulaire et ne présente aucune identité ni aucune continuité avec les neurofibrilles intracellulaires; il ne s'agit donc pas des réseaux de HELD ou de BETHE. L'imprégnation de ce lacis péricellulaire est également différente de celle des neurofibrilles des axones terminaux; elle est beaucoup plus pâle, mais par contre plus marquée, avec la technique que j'ai employée, que celle des prolongements névrogliques voisins; ces derniers restent transparents et de teinte jaune clair. J'ai donc affaire à un réseau très fin à peine coloré par l'argent; de fins filaments y aboutissent, ils prolongent les neurofibrilles proprement dites, mais en sont différents en ce qui concerne leur degré d'argyrophilie. Cet aspect correspond, semble-t-il, à celui du réseau pérterminal que J. BOEKE a découvert aussi bien dans les terminaisons sensibles et motrices périphériques que dans les synapses des centres nerveux. Cependant le célèbre histologiste hollandais n'a décrit cette formation si curieuse que dans l'intérieur d'une couche cytoplasmique, soit dans une cellule tactile, soit dans le syncytium d'une plaque motrice, ou bien dans l'épaisseur de l'îlot protoplasmique des glomérules cérébelleux. Il est bien difficile de dire dans quelle substance intercellulaire baigne le réseau que j'ai observé, mais l'examen des coupes minces avec une bonne optique microscopique laisse entrevoir, dans tous les centres nerveux des Vertébrés, un voile léger de protoplasma névroglique sur l'ensemble des corps des neurones et de leurs prolongements. De plus, la cellule de MAUTHNER est environnée de nombreux éléments, peut-être de nature névroglique, qui l'entourent à distance et qui forment autour d'elle et des nombreuses

fibres qui se terminent sur elle, en y comprenant l'« axon-cap », comme une sorte de capsule. Le protoplasma glial s'insinue entre les prolongements nerveux jusqu'à la surface de ce neurone géant.

Telles que je viens de les décrire, les terminaisons nerveuses qui se rencontrent à la surface du dendrite latéral de MAUTHNER, diffèrent considérablement par leur aspect de celles figurées par BARTELMEZ et HOERR, ou plus récemment par BODIAN. Les microphotographies et les dessins de ce dernier ont motivé de vives critiques de la part de J. BOEKE (1941). L'histologiste d'Utrecht regarde comme un véritable artéfact la membrane épaisse signalée par BODIAN à l'extrémité des « clubs »; il suppose que cette apparence est due à la fusion de neurosomes rangés régulièrement et soumis à une mauvaise fixation.

En ce qui concerne plus spécialement l'altération de cet appareil mitochondrial, jamais la technique dont je me suis servie n'a donné naissance à une membrane à double contour visible aux extrémités des massues. Bien plus, très souvent, comme je l'ai dit précédemment, il est possible de suivre les neurofibrilles jusqu'à l'extrême limite des « clubs » où elles s'arrêtent dans des fins granules imprégnés à l'argent, qui sont sans doute des neurosomes. Il est impossible d'autre part, d'après les figures de BODIAN, de se rendre un compte exact des rapports entre ce qu'il nomme « réseau péri-cellulaire de GOLGI » et les terminaisons nerveuses elles-mêmes. Il me semble qu'on doive se méfier des imprégnations argentiques faites sur lames après que l'objet a subi les nombreuses manipulations que nécessite la méthode des coupes à la paraffine. L'imprégnation en masse, comme celle que j'ai utilisée, ne comporte qu'une opération préliminaire, celle de la fixation. Contrairement à ce qu'on pourrait supposer, si le dépôt d'argent réduit est bien effectué, il est très résistant, même au contact des impuretés de l'alcool, du chloroforme, de la paraffine ou du baume du Canada.

RÉSUMÉ

Les terminaisons nerveuses à la surface du dendrite latéral de la cellule de MAUTHNER appartiennent à trois types principaux: les massues ou « clubs », les boutons ou « end-feet », enfin les fibrilles très fines qui s'arrêtent le plus souvent à de minuscules granules.

Toutes les formes de passage peuvent être observées entre ces différentes structures.

Entre les massues et les boutons d'une part, la surface du dendrite d'autre part, il existe une mince fente que traversent de très fins filaments à peine argyrophiles, qui ne sont pas des neurofibrilles, mais qui semblent les prolonger vers un réseau péricellulaire ténu, lequel ne correspond ni à celui de GOLGI, par exemple, pas plus qu'à celui de HELD. Tout cet ensemble, intermédiaire entre les terminaisons nerveuses et le neurone de MAUTHNER, paraît comparable à un appareil périterminal de BOEKE. Les synapses en question ne comportent certainement pas une continuité neurofibrillaire, mais à leur niveau s'intercale, entre les fibrilles des neurones en présence, une formation intermédiaire, périterminale, qui appartient peut-être aussi au neuroplasma.

AUTEURS CITÉS

1919. ADAMKIEWICZ, A. *Über die perizellulären Golginetze im Zentralnervensystem.* Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychol., Bd. 51.
1899. AUERBACH, L. *Das terminale Nervennetz in seinen Beziehungen zu den Ganglienzellen der Zentralorgane.* Monatschr. f. Psychol.
1904. ——— *Extra- sowie intrazelluläre Netze nervöser Natur in den Zentralorganen von Wirbeltieren.* Anat. Anz., Bd. 51.
1915. BARTELMIZ, G. W. *Mauthner's cell and the nucleus motorius tegmenti.* Journ. of comp. Neurol., Vol. 25.
1933. ——— et N. L. HOERR. *The vestibular club endings in Ameiurus. Further evidence on the morphology of the synapse.* Journ. of comp. Neurol., Vol. 57.
1900. BETHE, A. *Über die Neurofibrillen in den Ganglienzellen von Wirbeltieren und ihren Beziehungen zu den Golginetzen.* Arch. f. mikr. Anat., Bd. 55.
1905. BIELSCHOWSKY, M. *Die histologische Seite der Neuronenlehre.* Journ. f. Psychol. u. Neurol., Bd. 5.
1938. BODIAN, D. *The structure of the vertebrate system. A study of the axon endings on Mauthner's cell and neighbouring centers in the goldfish.* Journ. of comp. Neurol., Vol. 68.

1941. BOEKE, J. *Innervationsstudien. XI. Zur Frage der Synapsen und des periterminalen Netzwerkes (Glomeruli cerebellosi, Synapsen « à distance »)*. Acta neerl. Morphol. norm. et pathol., Vol. IV.
1897. CAJAL, S. R. Y. *Las celulas de cilindro-eje corte de la capa molecular del cerebro*. Rev. trim. micrograf., T. 2.
1909. — *Histologie du système nerveux de l'Homme et des Vertébrés. Tome I*. Paris.
1932. DOI, M. *Experimentelle Untersuchungen über die Nervenzellen-Synapse mit besonderer Berücksichtigung der Neurosomen Helds. I. Beiträge zur Kenntnis der Beziehung zwischen der Netzstruktur der Nervenzellen-Synapse und der Neurosomen von Held (über das perizelluläre nervöse Terminalnetz Helds)*. Mitteil. über allg. Pathol. u. pathol. Anat., Sendai, Bd. VII.
1906. ECONOMO, C. v. *Beiträge zur normalen Anatomie der Ganglienzellen*. Arch. f. Psychiatr. u. Nervenkrankh., Bd. 41.
1895. GOLGI, C. *Intorno alla struttura delle cellule nervose*. Bollett. d. Soc. med.-chir. di Pavia.
1897. HELD, H. *Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze*. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abteil., Supplementband.
1905. HOLMGREN, E. *Über die sogenannten Nervenendfüsse (Held)*. Jahrb. f. Psych., Bd. 26.
1918. MARUI, K. *On the finer structure of the synapse of the Mauthner cell with especial consideration of the Golgi-net of Bethe, the nervous pericellular terminal net of Held*. Journ. of comp. Neurol., Vol. 30.
1896. MEYER, S. *Über eine Verbindungsweise der Neuronen. Nebst Mitteilungen über die Technik und die Erfolge der Methode der subkutanen Methylenblauinjektion*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 47.
1902. VOGT, H. *Zur Geschichte und Litteratur der Neurofibrillen*. Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat., Bd. 13.
1942. WEBER, A. *Recherches sur la fixation des tissus adultes ou embryonnaires en vue de l'imprégnation des éléments nerveux par les sels d'argent*. Bull. d'Histol. appl., T. 19.
- 1904-05. WOLFF, M. *Zur Kenntnis der Heldschen Nervenendfüsse*. Journ. f. Psych. u. Neurol., Bd. 4.